Québec

Note de recherche forestière n° 118

Information écologique et planification forestière au Québec, Canada

Pierre GRONDIN[1], Jean-Pierre SAUCIER[2], Jacques BLOUIN[2], Jocelyn GOSSELIN[2] et André ROBITAILLE[2]

F.D.C. 187(047.3)(714)
L.C. SD 361

Résumé

L'information écologique exprime la diversité des écosystèmes. Cette diversité est illustrée à l'aide de divers schémas qui présentent le devenir de la dynamique forestière observée entre les divers types forestiers d'un même type écologique. La croissance des espèces forestières sur les types écologiques ainsi que les contraintes à l'aménagement sont également reconnues comme des éléments de l'information écologique.

La détermination d'objectifs relatifs à la composition et à la structure de l'échelle du paysage et du type écologique servent de liens entre l'information et la planification forestière. L'atteinte de ces objectifs repose, par la suite, sur l'élaboration de scénarios sylvicoles définis de concert avec les utilisateurs de la forêt. Par ailleurs, la gestion forestière fait appel de plus en plus à l'information écologique, notamment pour bonifier le *Manuel d'aménagement forestier* et pour définir des enjeux de biodiversité sur la composition forestière. L'établissement de ponts de plus en plus nombreux et solides entre l'information écologique et la planification forestière à l'échelle du Québec s'avère une démarche originale. La réflexion présentée dans ce document est structurée de manière à survoler la démarche suivie et répondre à deux questions :

1) Quels sont les éléments disponibles afin d'améliorer notre aménagement forestier?

2) Comment utiliser l'information écologique afin de bonifier cet aménagement?

Mots clés : aménagement forestier écosystémique, dynamique forestière, guide sylvicole.

Abstract

Ecological information expresses ecological diversity. This diversity is presented in various ways, especially by the use of diagrams showing the forest dynamic that occurs among the various forest types observed, through a homogeneous combination of the soil and drainage (ecological type). The growth of forest species on ecological types and limitations to management are also considered as elements of ecological information.

The links between this information and forestry planning are established, first of all, by determining the objectives related to the composition and structure at the scale of both the landscape and the ecological type. Afterwards, achieving these objectives depends on developing silvicultural scenarios that are defined jointly with forest stakeholders. In fact, ecological information is increasingly used to support forest management, especially improvement of the Manuel d'aménagement forestier (Forest Management Manual) and defining biodiversity issues related to forest composition. The establishment of more and more numerous and solid links between ecological information and forestry planning at the provincial scale is proving to be an original approach. The remarks presented in this note are structured to provide an overview of the process followed and to answer two questions:

1) What elements are available to improve our forest management?

2) How can ecological information be used to improve forest management?

Keywords : Ecosystem forest management, ecosystem classification, ecological land classification hierarchy, forest dynamic, silvicultural guide.

[1] Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
[2] Direction des inventaires forestiers (DIF), ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 880, chemin Sainte-Foy, Québec (Québec) G1S 4X4

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : recherche.forestiere@mrnfp.gouv.qc.ca

Hormis le résumé, ce texte est la version intégrale du mémoire présenté par les auteurs au XII^{e} Congrès forestier mondial de septembre 2003 à Québec, Canada.

Les versions française et anglaise du mémoire original sont aussi disponibles en format PDF à l'adresse suivante :

Original text in english is also available in PDF form on web site :

http://www.mrnfp.gouv.qc.ca/alias/cfm2003.html

Introduction

La foresterie du 21e siècle devra être planifiée et réalisée avec minutie, principalement en raison du nombre et de la diversité des utilisateurs de la ressource, qui ne cessent de s'accroître. Au Québec, les forêts sont de plus en plus convoitées par les compagnies forestières (production ligneuse), les producteurs acéricoles, les chasseurs, les pêcheurs, les cueilleurs de fruits sauvages ou de plantes médicinales et les amateurs d'activités de plein air (canotage, randonnée pédestre, etc.). Afin que les écosystèmes demeurent une source de vie, il est important de définir des pratiques forestières appropriées. Cet objectif ne peut être atteint sans une information écologique de qualité, c'est-à-dire une information qui exprime la diversité des écosystèmes à de multiples échelles. Au cours des dernières années, un groupe d'écologistes du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec (MRNFP)[1] a d'abord classifié les écosystèmes du Québec méridional (600 000 km^2). Puis, ils ont élaboré un système hiérarchique formé de niveaux de perception qui permettent de s'élever graduellement au-dessus du territoire. Cette information est aujourd'hui disponible et des efforts importants sont investis afin qu'elle soit utilisée autant par les gestionnaires que par ceux qui fréquentent la forêt à des fins multiples. La démarche porte fruit, puisque de plus en plus de documents de planification, de bilans forestiers et d'actions concrètes sur le terrain se basent sur l'information écologique.

L'information écologique

Le Québec possède un long historique de projets sur la classification écologique de territoires de superficies variées. Divers auteurs (Blouin et Grandtner 1971, Jurdant *et al.* 1977, etc.) ont défini les bases de ce domaine d'étude. De plus, ils ont progressivement soulevé l'intérêt des gouvernements et des utilisateurs pour un projet de plus grande envergure. Ce projet permettrait de dresser un portrait global de la biodiversité du territoire québécois afin d'en améliorer la gestion.

Au milieu des années 1980, l'acquisition de connaissances écologiques sur l'ensemble du Québec méridional est devenue une priorité. De 1985 à 2000, le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) a donc procédé à un inventaire exhaustif (28 400 points d'observation écologique) de la végétation du Québec méridional et de ses variables explicatives (dépôt, drainage, etc.) ainsi qu'à une cartographie des dépôts de surface. Ces deux éléments sont à la base de la classification des forêts (typologie) et de la détermination de niveaux de perception qui permettent de gérer les écosystèmes forestiers autant à l'échelle locale, régionale que provinciale (système hiérarchique de classification écologique). Les résultats de la classification ont d'abord été présentés à l'intérieur de « rapports de classification écologique ». Peu à peu, leur contenu a été vulgarisé et a fait l'objet de « guides de reconnaissance des types écologiques » (Blouin et Berger 2001). Plusieurs sessions de formation comportant des exposés théoriques et des visites en forêt ont également été organisées.

La typologie forestière

Le type forestier permet de caractériser l'état actuel d'une forêt. Les forestiers le définissent à partir des caractéristiques de la physionomie, de la composition forestière et de la végétation du sous-bois. Une forêt de peupliers faux-trembles, avec un sol partiellement recouvert par une strate arbustive dominée par l'érable à épis est un exemple de type forestier (Fo-Pet-ere).

Le type écologique regroupe l'ensemble des types forestiers observés dans des conditions similaires en regard du milieu physique (drainage, etc.) et liés entre eux par des éléments de dynamique forestière. À l'intérieur d'un territoire donné, les forêts 1) de peupliers faux-trembles et d'érables à épis, 2) de peupliers, sapins et érables à épis ainsi que 3) les communautés de sapins et de bouleaux jaunes croissent sur des dépôts glaciaires épais et de drainage modéré ainsi que sur des pentes dont l'inclinaison varie de faible à forte. Les peuplements de peupliers ont généralement comme origine une coupe forestière ou un feu et adoptent une structure équienne. Au fur et à mesure que le temps écoulé depuis la dernière perturbation augmente, la structure de la forêt devient de plus en plus irrégulière et l'augmentation de résineux dans le couvert fait en sorte que la dynamique est prise en charge par les épidémies d'insectes, notamment la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ces divers changements de composition et de structure caractérisent la dynamique du type écologique de la sapinière à bouleau jaune sur sol épais et de drainage mésique (MS12). Cependant, les caractéristiques des autres types écologiques présents dans un territoire sont fort différentes de celles énoncées pour le type MS12. Par exemple, les vastes platières dont le sol est bien drainé, mais fortement pierreux, sont occupées 1) par des forêts feuillues dont le parterre est recouvert de plantes herbacées et d'éricacées 2) par des forêts de peupliers faux-trembles, sapins et d'épinettes rouges et 3) par des sapinières à épinettes rouges de structure irrégulière (RS52) (Figure 1).

L'information écologique définit, en plus de la dynamique forestière, les spécificités de chacun des types écologiques en regard de la faune ainsi que des potentiels et des contraintes à l'aménagement. Le type MS12 demeure un endroit où le lièvre et l'orignal peuvent se nourrir de ramilles de divers arbustes, notamment l'érable à épis. Par contre, la coupe forestière favorise la prolifération de ces mêmes arbustes, qui limitent alors la croissance des jeunes arbres en raison d'un manque de lumière. Cette forte compétition peut être vue comme une contrainte à l'aménagement. Des conditions fort différentes s'observent dans le type RS52, relativement plus pauvre et où la faune ongulée bénéficiera d'un couvert résineux favorable pour s'abriter (zone de refuge). Même les cueilleurs de fruits feront des associations entre le type écologique et le type de récolte. Ainsi, après coupe, ils iront cueillir des framboises dans MS12 et des bleuets dans RS52.

[1] Depuis le 29 avril 2003, le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) est désigné sous la nouvelle appellation de ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec (MRNFP).

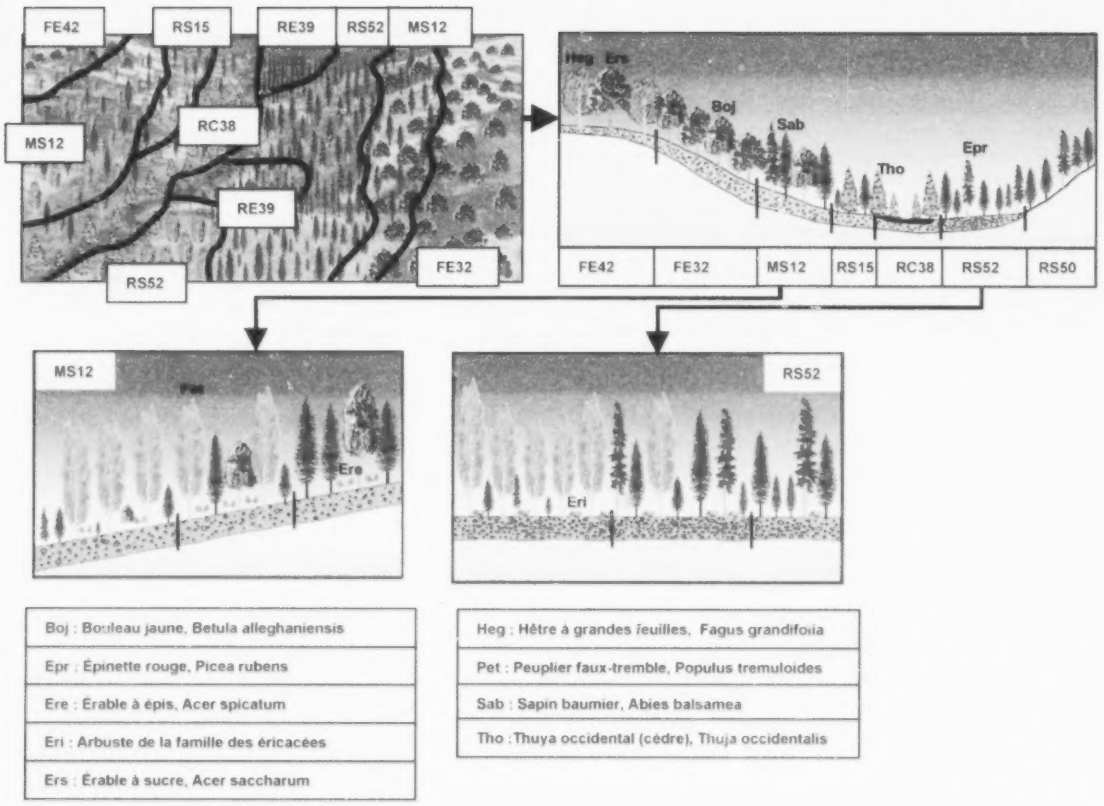

Figure 1. Les paysages forestiers peuvent être perçus comme une mosaïque de types écologiques et de types forestiers. La gradation des types écologiques, depuis les sites les plus secs vers les plus humides, est généralement schématisée sur une sère physiographique. Chacun des types écologiques regroupe un ensemble de types forestiers, dont la composition et la structure sont liées aux perturbations naturelles et anthropiques. Cette information exprime la biodiversité d'une région écologique (ici la région 4f-T : collines et coteaux du lac Pohénégamook). Elle est disponible pour les 37 régions écologiques du Québec méridional.

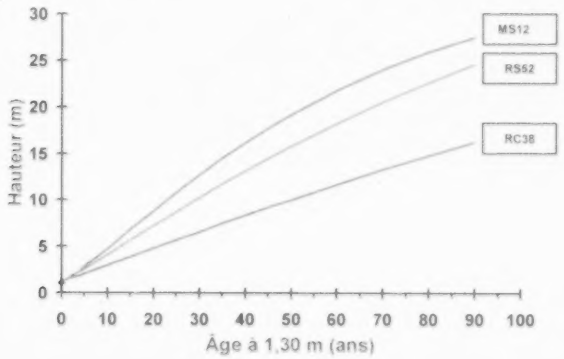

Figure 2. Croissance potentielle en hauteur du sapin baumier sur trois types écologiques illustrés à la figure 1. Cette croissance ne tient pas compte des périodes d'oppression et des réductions de croissance associées aux épidémies d'insectes (BÉDARD 2002).

La résilience des écosystèmes forestiers, c'est-à-dire leur capacité à conserver leur fonctionnement après une perturbation naturelle ou anthropique, ne peut être assurée que par des renseignements sur la dynamique forestière, l'utilisation par la faune ainsi que les potentiels ou contraintes à l'aménagement. À cela doit s'ajouter une bonne connaissance de la croissance des espèces forestières. Par exemple, si une forêt après coupe croît moins bien que la forêt avant coupe en raison de l'envahissement des parterres par les espèces compétitrices (éricacées, etc.), il sera important de le détecter rapidement et de trouver des mesures de mitigation. Un effort considérable est actuellement investi afin de connaître le patron de croissance réel (oppression en bas âge, réduction de croissance causées par les épidémies, etc.) et potentiel des principales espèces forestières présentes à l'intérieur des divers types écologiques observés sur un territoire donné (région écologique). La technique utilisée (analyses de tiges) permet de reconstituer le développement des arbres depuis leur naissance jusqu'à leur récolte. Les données de base sont analysées de façon à extraire, par des analyses statistiques, les années de mauvaise croissance dans le but d'élaborer des courbes de croissance potentielle qui pourraient être atteintes par une pratique intensive de la sylviculture. La figure 2 montre que le sapin possède, sur le type MS12, une croissance potentielle supérieure au type RS52. Nous attribuons ce phénomène à la richesse du sol. En plus d'être un outil qui permet de juger de l'état de santé des forêts, ces résultats orientent le choix 1) des stratégies sylvicoles et 2) des tables de production utilisées lors du calcul de la possibilité forestière.

Le type écologique est photointerprété sur des photographies aériennes à l'échelle de 1/15 000, puis représenté sur des cartes écoforestières à l'échelle de 1/20 000. Il y a près de sept millions de peuplements sur les cartes écoforestières qui couvrent le Québec méridional. Chacun d'eux est caractérisé selon la composition, la hauteur, la densité et l'âge des forêts ainsi que par son type écologique. Par cette information, le gestionnaire peut donc extrapoler divers éléments reliés à la dynamique forestière, à l'utilisation par la faune, aux potentiels et contraintes à l'aménagement ainsi qu'à la croissance (actuelle et potentielle). Il peut également élaborer rapidement une multitude de cartes thématiques, à l'exemple du potentiel d'utilisation des forêts par l'orignal. Les cartes sont disponibles en format numérique et accessibles à l'ensemble de la population.

Le système hiérarchique de classification écologique

L'un des principes de l'aménagement forestier écosystémique est d'assurer la gestion du territoire à des échelles de perception variées (Franklin 1993, Grondin *et al.* 2001). Cette recommandation se justifie par la diversité des expressions territoriales, auxquelles s'expriment les phénomènes naturels et les préoccupations particulières de gestion qui y sont rattachées. Par exemple, l'analyse de la sensibilité des érablières au verglas se fera sur un vaste territoire, correspondant à celui de la sous-zone de végétation (forêt décidue). Par ailleurs, l'énoncé de politiques sur les espèces rares de l'érablière (ex. : le caryer cordiforme) se fera à une échelle plus détaillée, notamment le domaine bioclimatique (érablière à caryer cordiforme). De plus, le système hiérarchique mis au point par le Ministère permet une gestion à échelles multiples. Il se compose de 11 niveaux de perception, dont les limites s'emboîtent parfaitement les unes aux autres (Figure 3). Le type forestier et le type écologique forment les niveaux inférieurs, alors que la zone de végétation (boréale, tempérée nordique) se situe au niveau supérieur. L'ensemble du système rend compte des interactions complexes entre les variables abiotiques (milieu physique, climat) et biotiques (dynamique forestière et perturbations naturelles) qui régissent le développement des écosystèmes forestiers (Robitaille et Saucier 1998; Saucier *et al.* 1998, 2001; MRN 2001).

La planification forestière

La classification écologique ainsi que le système hiérarchique sont les outils dont les forestiers disposent afin d'exprimer la diversité des écosystèmes :

- la classification présente la dynamique forestière, l'utilisation par la faune, les potentiels et contraintes à l'aménagement ainsi que la croissance des espèces forestières sur des unités relativement homogènes en regard des variables du milieu physique (échelle du peuplement et du type écologique);
- le système hiérarchique permet de s'élever au-dessus de cette diversité stationnelle afin d'en voir la répartition spatiale et de comprendre les liens et les processus qui régissent le fonctionnement des mosaïques de types forestiers et de types écologiques (échelles du paysage).

On peut dès lors se demander comment cette information écologique devrait être utilisée afin de bonifier notre aménagement forestier. Les pistes de solution proposées sont considérées comme des points forts de l'aménagement écosystémique :

- définir des objectifs d'aménagement pour l'ensemble du territoire sous aménagement;
- élaborer des stratégies d'aménagement à l'échelle du paysage et du type écologique;
- définir des scénarios sylvicoles en s'inspirant des connaissances sur les types écologiques et les types forestiers;
- aménager les peuplements selon les objectifs fixés pour le type écologique et le paysage.

Objectifs d'aménagement pour l'ensemble du territoire

Tous reconnaissent que les ressources forestières sont convoitées par un nombre grandissant d'utilisateurs. De ce fait, avoir une vision humaniste de la gestion de la forêt tout en voulant préserver le maximum d'attributs naturels des écosystèmes, autant en ce qui a trait à leur composition, à leur structure ainsi qu'aux processus écologiques qui les sous-tend (cycle nutritif des éléments minéraux, phénomènes d'auto-éclaircie des peuplements, etc.) représente un énorme défi. Le zonage territorial proposé par la triade (Seymour et Hunter 1999), c'est-à-dire une segmentation de l'espace en zones

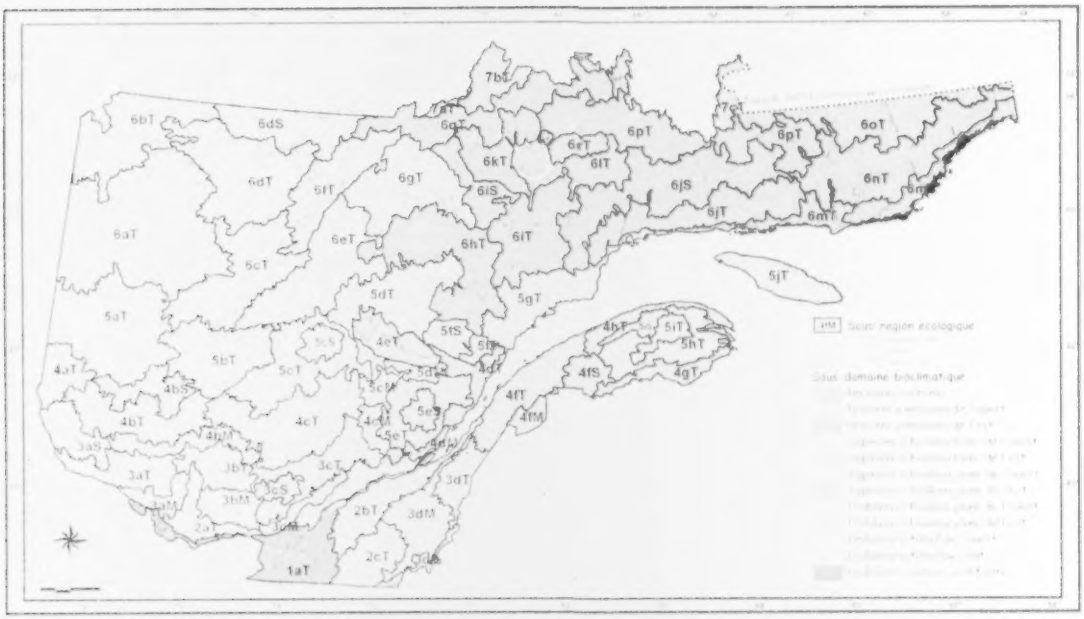

Figure 3 Quelques niveaux de perception du système hiérarchique de classification écologique développé au MRNQ. Les couleurs montrent les domaines et les sous-domaines bioclimatiques. Ces derniers sont découpés en régions (ex. : 4f) et sous-régions écologiques (ex. : 4f-T). Chacune des sous-régions est caractérisée par un nombre, un agencement et une importance relative particulière de type écologique. Ex. : la région 4f-T présentée à la figure 1 (Saucier *et al.* 2001)

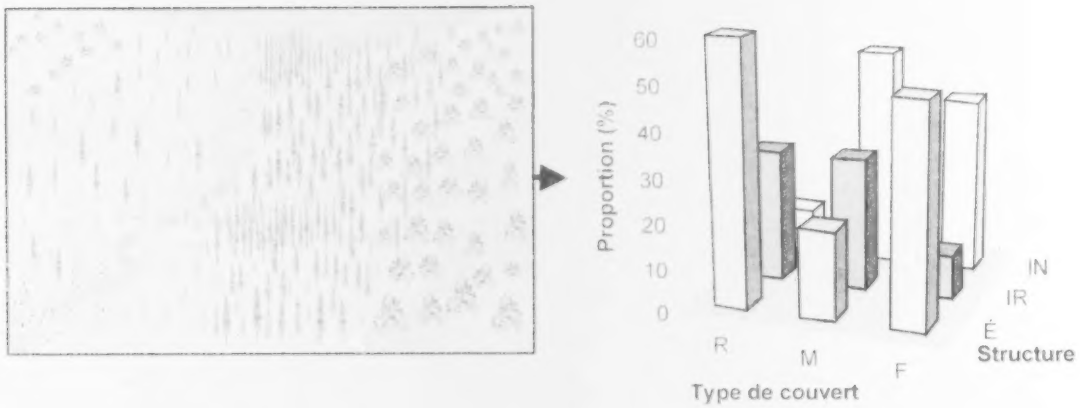

Figure 4 La planification forestière devrait s'appuyer sur des objectifs de composition forestière (Feuillue, Mélangée ou Résineuse) et de structure (Équienne, IRrégulière, INéquienne) à l'échelle du paysage et du type écologique. Par exemple, dans les secteurs propices à l'enfeuillement, la proportion de forêts feuillues de structure équienne ne devrait pas excéder un certain seuil maximal, défini par l'étude des paysages les moins affectés par les perturbations anthropiques.

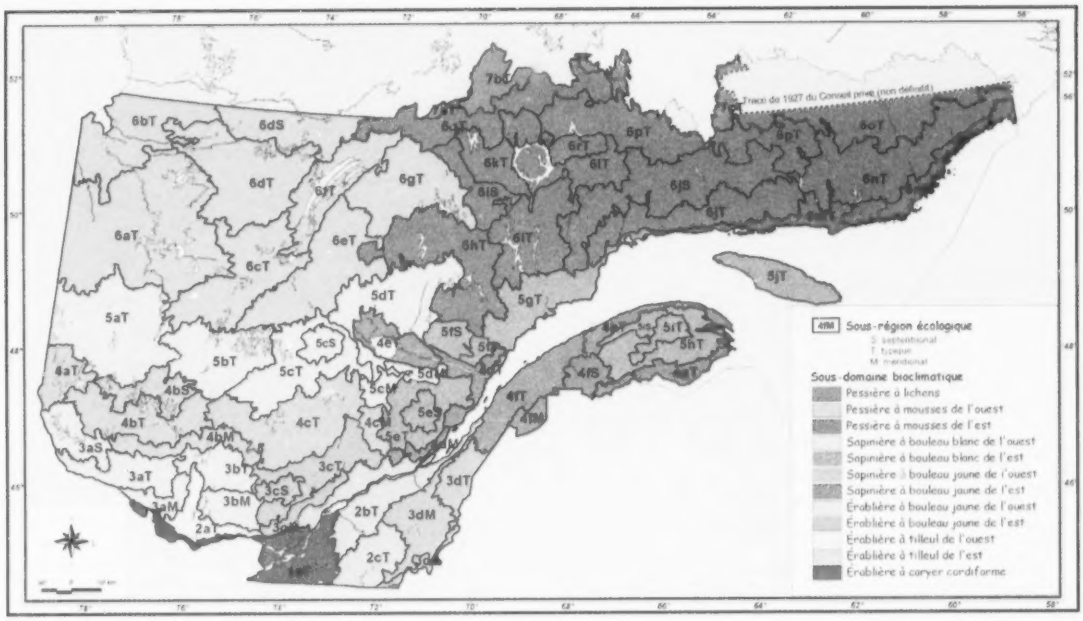

Figure 3. Quelques niveaux de perception du système hiérarchique de classification écologique développé au MRNQ. Les couleurs montrent les domaines et les sous-domaines bioclimatiques. Ces derniers sont découpés en régions (ex. : 4f) et sous-régions écologiques (ex. : 4f-T). Chacune des sous-régions est caractérisée par un nombre, un agencement et une importance relative particulière de type écologique. Ex. : la région 4f-T, présentée à la figure 1 (SAUCIER *et al.* 2001)

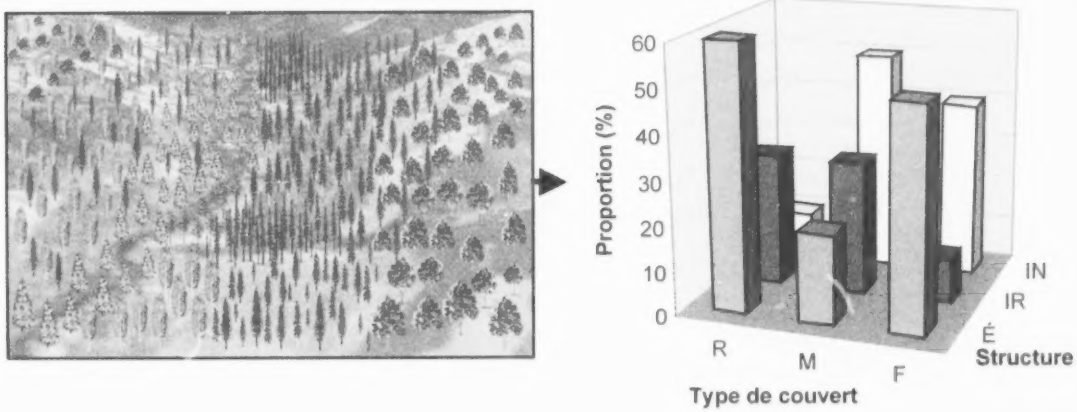

Figure 4. La planification forestière devrait s'appuyer sur des objectifs de composition forestière (Feuillue, Mélangée ou Résineuse) et de structure (Équienne, IRrégulière, INéquienne) à l'échelle du paysage et du type écologique. Par exemple, dans les secteurs propices à l'enfeuillement, la proportion de forêts feuillues de structure équienne ne devrait pas excéder un certain seuil maximal, défini par l'étude des paysages les moins affectés par les perturbations anthropiques.

d'aménagement intensif, extensif et de conservation, ne résoudra qu'une partie du problème. Les zones d'aménagement intensif (dominance de plantations très bien aménagées, etc.) ainsi que les zones de conservation ne couvriront qu'une portion mineure du territoire, de sorte que la majorité de la superficie forestière sera soumise à un aménagement extensif réalisé dans l'atteinte d'objectifs multiples (chasseurs, etc.).

Stratégies d'aménagement à l'échelle du paysage et du type écologique

Pour répondre à ces préoccupations, l'un des moyens sera de définir le portrait naturel ou primitif des zones sous aménagement en regard de divers éléments, tels la composition et la structure. Ce portrait devrait être accompagné de seuils minimaux ou maximaux au-delà desquels une perte de l'intégrité écologique est anticipée. Par exemple, dans les zones propices à l'enfeuillement, il faudra déterminer un seuil maximal (ex. : 50 %) qui ne devrait pas être excédé par la végétation feuillue. Dans le même territoire, on précisera la proportion de forêts résineuses de structure irrégulière ou inéquienne que l'on devrait conserver par nos aménagements forestiers (Figure 4). Dans le nord-ouest du Québec (Abitibi), la comparaison entre la superficie occupée par les types forestiers feuillus dans les zones encore relativement vierges et les zones aménagées depuis maintenant plus de 75 ans montre une prolifération importante du peuplier faux-tremble. Certains paysages ont perdu une portion de leur intégrité écologique et peuvent être qualifiés de « paysages anthropisés ». Le même genre d'approche que celui proposé à l'échelle du paysage devrait être étendu à l'échelle du type écologique.

Scénarios sylvicoles et aménagement basés sur des objectifs à l'échelle du peuplement et du paysage

L'atteinte des objectifs de composition et de structure définis à l'échelle du paysage et du type écologique repose sur l'élaboration de scénarios sylvicoles. Ces derniers précisent la chronologie et les objectifs de chacune des interventions réalisées dans la vie d'un peuplement. Les scénarios sont élaborés conjointement par des comités formés de plusieurs intervenants (écologistes, sylviculteurs, gestionnaires, etc.). Ils s'appuient sur les expériences sylvicoles réalisées sur le territoire (les bons et les mauvais coups) et sur les développements récents de la dynamique forestière, la sylviculture et l'aménagement forestier écosystémique (HARVEY *et al.* 2002). Les réflexions et informations qui découlent de ces comités multidisciplinaires seront consignées à l'intérieur de guides sylvicoles, dont plusieurs prototypes sont en préparation.

Sur un autre plan, la dynamique naturelle est à la base de la réflexion qui entoure le développement des scénarios sylvicoles. La figure 5 illustre quelques éléments de la dynamique naturelle du type écologique de la sapinière à épinette rouge (RS52). Le maintien de types forestiers dominés par les feuillus de lumière ou par un mélange de feuillus de lumière et de résineux ne nécessite pas de stratégies sylvicoles particulières en raison de la compétitivité des feuillus de lumière. La difficulté consiste à y maintenir les attributs de composition et de structure des types forestiers résineux, dont particulièrement ceux qui possèdent une structure irrégulière.

Par ailleurs, les pratiques sylvicoles actuelles sont nettement orientées vers des coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS), suivies d'une éclaircie précommerciale (EPC). Cette orientation mène à une homogénéisation des paysages, à l'augmentation de peuplements de structures régulières et à des problèmes divers en regard de la composition forestière (ex. : augmentation de la proportion des feuillus). Afin de minimiser ces impacts, il faudra aménager 1) en accordant une attention particulière aux peuplements de structure irrégulière ou inéquienne et 2) en essayant de modeler de jeunes peuplements étagés ou inéquiennes qui ont fait l'objet de coupes vers des peuplements mûrs de structure irrégulière. Lors de l'élaboration des scénarios, nous devrons porter une attention particulière aux divers utilisateurs de la forêt et adapter nos aménagements à leur besoins (Figure 6). L'atteinte de ces objectifs nécessitera une diversification des traitements sylvicoles et tout particulièrement la définition d'un système sylvicole qualifié d'irrégulier, à l'intérieur duquel la coupe progressive irrégulière (CPI) jouera un rôle important. Les essais sylvicoles jugés intéressants, autant sur la base du rendement que de la biodiversité, seront graduellement intégrés aux activités forestières réalisées sur de grandes superficies (gestion adaptative).

Conclusion

Jusqu'au début des années 1980, les forêts du Québec ont surtout été considérées comme une source de matière ligneuse. Peu à peu, l'élaboration des plans généraux d'aménagement forestier est devenue plus contraignante. Par exemple, les superficies maximales de coupes d'un seul tenant ont été réduites progressivement. Des progrès restent cependant à faire, afin de trouver un meilleur équilibre des forces entre la production ligneuse et les autres ressources. Nous demeurons persuadés que l'information écologique, maintenant disponible pour l'ensemble du Québec, et la planification forestière qui en découle devraient faciliter l'atteinte de cet équilibre. Plusieurs initiatives encourageantes sont d'ailleurs mises en avant. Par exemple, lors de la prochaine version des Plans Généraux d'Aménagement Forestiers (PGAF), les industriels seront invités à définir des stratégies d'aménagement basées sur la dynamique naturelle. En définitive, l'originalité de notre démarche réside dans l'importance que nous accordons au transfert de l'information écologique vers la planification forestière. Notre position à l'intérieur du Ministère, notre appartenance à différentes directions et l'implication de nos membres dans divers comités décisionnels facilitent l'atteinte d'un tel objectif.

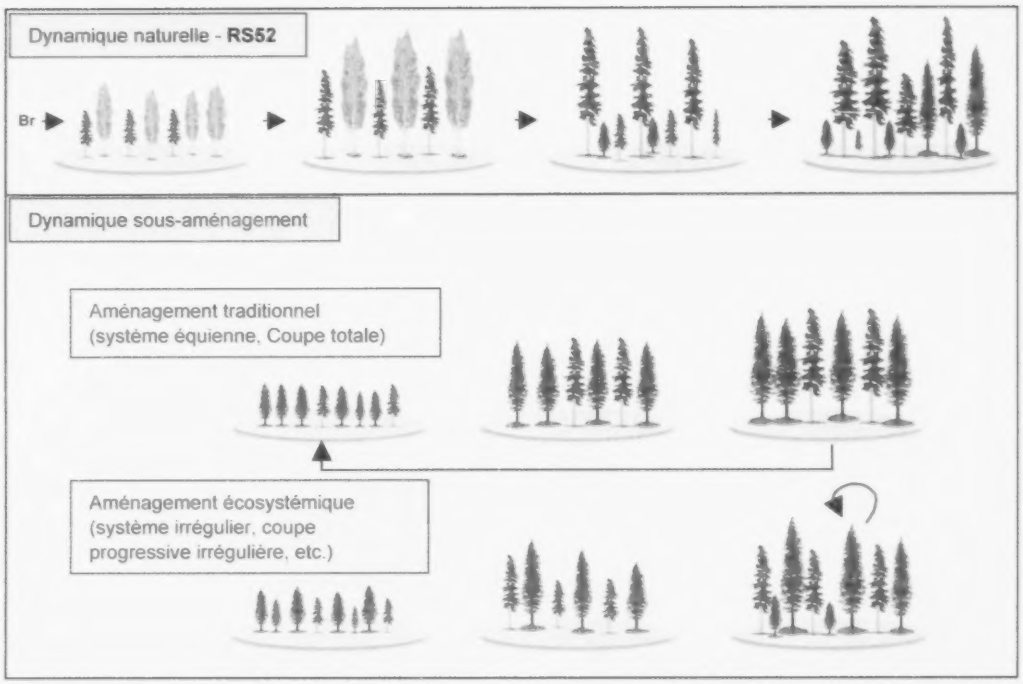

Figure 5. À partir des connaissances sur la dynamique naturelle de chacun des types écologiques, le gestionnaire devrait comparer l'effet de ses stratégies d'aménagement avec celles préconisées lorsqu'il applique les principes de l'aménagement écosystémique (tenter de respecter les attributs de composition et de structure associés à la dynamique naturelle). Dans le cas de RS52, il est proposé d'accorder une attention particulière au maintien ou au développement de structures irrégulières. La coupe progressive irrégulière (CPI) devrait être appliquée.

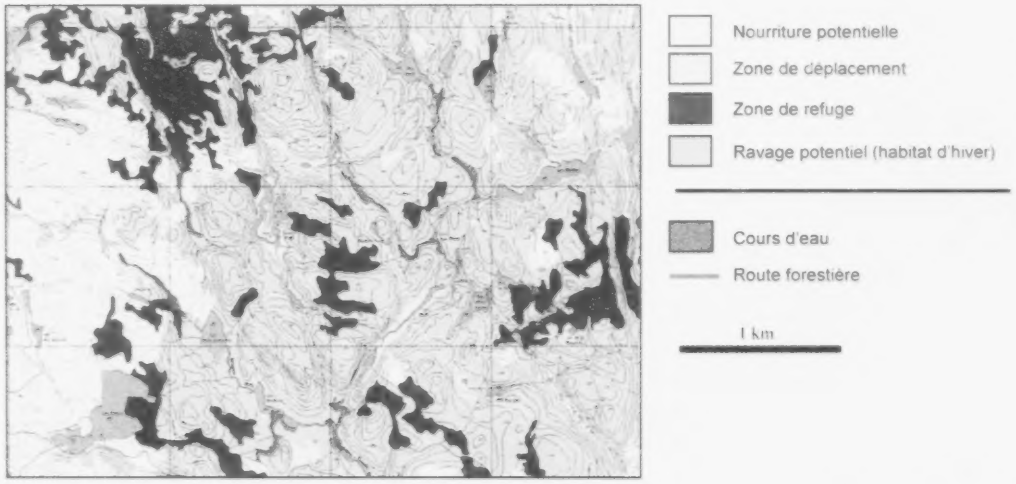

Figure 6. Carte thématique montrant l'utilisation potentielle d'un territoire forestier par l'orignal. Cette carte a été élaborée à partir de l'information écologique sur les types forestiers et les types écologiques. Les algorithmes de classification et le produit cartographique obtenus ont été validés par des associations de chasseurs. Cette information aide notamment à planifier des activités d'aménagement forestier qui visent à maintenir le potentiel d'utilisation par la faune ongulée.

Ouvrages cités

BÉDARD, S., 2002. *L'estimation du potentiel de croissance des stations forestières : exemple du sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'est du Québec*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche n° 140, 36 p.

BLOUIN, J.-L. et M.M. GRANDTNER, 1971. *Étude écologique et cartographie de la végétation du comté de Rivière-du-Loup*. Ministère des Terres et Forêts, Québec, Service de la recherche. Mémoire n° 6.

BLOUIN, J. et J.-P. BERGER, 2001. *Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 5b, 5c et 5d*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.

FRANKLIN, J.F., 1993. *The fundamentals of ecosystem management with applications in the Pacific Northwest. in defining sustainable forestry*. G.H. Aplet, N. Johnson, J.T. Olson and V.A. Sample. Washington, DC., The wilderness Society : 127-144.

GRONDIN, P., Y. BERGERON et S. GAUTHIER, avec la collaboration de J. NOËL et D. HOTTE, 2001. *L'aménagement forestier écosystémique au Québec : concepts et applications*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la recherche forestière. Rapport interne n° 47.

HARVEY, B., A. LEDUC, S. GAUTHIER et Y. BERGERON, 2002. *Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest*. Forest ecology and management 155 : 369-385.

JURDANT, M., J.-L. BELAIR, V. GERARDIN et J.-P. DUCRUC, 1977. *L'inventaire du Capital-Nature*. Pêches et Environnement Canada. Série de la classification écologique du territoire n° 2.

MRN, 2001. *Le système hiérarchique de classification écologique du territoire*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers (dif@mrnfp.gouv.qc.ca).

ROBITAILLE, A. et J.-P. SAUCIER, 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*. Québec. Les publications du Québec, 213 p.

SAUCIER, J.-P., J.-F. BERGERON, P. GRONDIN et A. ROBITAILLE, 1998. *Les régions écologiques du Québec méridional (3e version) : un des éléments du système hiérarchique de classification écologique du territoire mis au point par le ministère des Ressources naturelles du Québec*. Supplément de l'Aubelle n° 124, 12 p. (carte révisée en 2001). (dif@mrnfp.gouv.qc.ca).

SAUCIER, J.-P., J.-F. BERGERON, P. GRONDIN et A. ROBITAILLE, 2001. *Les régions écologiques du Québec méridional (3e version)*. Carte à l'échelle du 1 : 1 250 000. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers (dif@mrnfp.gouv.qc.ca).

SEYMOUR, R.S. et M.L. HUNTER, Jr., 1999. *Principles of ecological forestry. Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. M.L. Hunter, Jr. Cambridge, Cambridge University Press : 22-61.

2003-3112

ISBN 2-550-41829-8
Dépôt légal 2003
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2003 Gouvernement du Québec

Ressources naturelles, Faune et Parcs
Québec

Ecological Information for Forestry Planning in Québec, Canada

Research Note
Tabled at the XII World Forestry Congress – Québec, Canada 2003,
by the *Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec*

September 2003

Direction de la recherche forestière (Forest Research Branch)

Ressources
naturelles,
Faune et Parcs
Québec

Ecological Information for Forestry Planning in Québec, Canada

by

Pierre Grondin[1], Jean-Pierre Saucier[2], Jacques Blouin[3], Jocelyn Gosselin[3] and André Robitaille[4]

Research Note
Tabled at the XII World Forestry Congress – Québec, Canada 2003,
by the *Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec*

Ministère des Ressources naturelles,
de la Faune et des Parcs du Québec (MRNFP)
Direction de la recherche forestière (Forest Research Branch)
2700, rue Einstein
Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8
CANADA

Telephone: (418) 643-7994
Fax: (418) 643-2165

pierre.grondin@mrnfp.gouv.qc.ca

www.forestrycongress.gouv.qc.ca
www.mrnfp.gouv.qc.ca

Ministère des Ressources naturelles,
de la Faune et des Parcs du Québec (MRNFP)
Direction des inventaires forestiers (Forest Surveys Branch)
880, chemin Sainte-Foy
Québec (Québec) G1S 4X4
CANADA

Telephone: (418) 627-8669
Fax: (418) 646-1995 ou (418) 644-9672

jean-pierre.saucier@mrnfp.gouv.qc.ca
jocelyn.gosselin@mrnfp.gouv.qc.ca
jacques.blouin1@mrnfp.gouv.qc.ca
andré.robitaille@mrnfp.gouv.qc.ca

[1] Forest Engineer, M.Sc.
[2] Forest Engineer, D.Sc.
[3] Forest Engineer
[4] Geomorphologist, M.Sc.

Abstract

Québec is on the verge of becoming a dominant figure in the use of ecological information for forestry planning. Ecological information expresses ecological diversity. This diversity is presented in various ways, especially by the use of diagrams showing the forest dynamic that occurs among the various forest types observed, through a homogeneous combination of the soil and drainage (ecological type). The growth of forest species on ecological types and the potentials for and limitations to management are also considered as elements of ecological information.

The links between this information and forestry planning are established, first of all, by determining the objectives related to the composition and structure at the scale of both the landscape and the ecological type. Afterwards, achieving these objectives depends on developing silvicultural scenarios that are defined jointly with forest stakeholders. The scale of intervention remains the forest stand, but the actions that are undertaken therein are carried out in conformance to directions that are defined at higher levels.

In fact, ecological information is increasingly used to support forest management, especially the determination of the northern limit for timber allocations, improvement of the *Manuel d'aménagement forestier* (Forest Management Manual), defining biodiversity issues related to forest composition, forest certification and the development of general management plans. The establishment of more and more numerous and solid links between ecological information and forestry planning at the provincial scale is proving to be an original approach, and the practical repercussions on forest management are obvious. The remarks presented in this note are structured to provide an overview of the process followed and to answer two questions:
1) What elements are available to improve our forest management?
2) How can ecological information be used to improve forest management?

Key words: Ecosystem forest management, ecosystem classification, ecological land classification hierarchy, forest dynamic, silvicultural guide, potential growth

Introduction

In the 21st century, forestry activities should be meticulously planned and undertaken, mainly because of the number and diversity of resource stakeholders, which continues to grow. In Québec, the forests are increasingly in demand by forestry companies (timber production), maple syrup producers, hunters, fishermen, gatherers of wild berries and medicinal plants, and outdoor enthusiasts (canoeists, hikers, etc.). For ecosystems to remain a source of life, it is important that appropriate forestry practices be defined. This objective cannot be achieved without having good quality ecological information—information that expresses ecosystem diversity at multiple scales. In the last few years, a group of ecologists working for the *Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec* (MRNFP)[5] firstly classified ecosystems in southern Québec (600,000 km^2). They then developed a hierarchical system consisting of several levels of spatial resolution. Today this information is available, and much effort is being invested to have it used as much by forest managers as by those who frequent the forest for a variety of reasons. The approach is bearing fruit, since more and more planning documents, forestry reports and concrete actions in the field are based on ecological information.

Ecological information

Québec has a long history of carrying out ecological classification projects for territories of various sizes. Several authors (Blouin and Grandtner 1971; Jurdant et al. 1977, etc.) defined the foundations of this research field. Moreover, they progressively raised the interest of governments and stakeholders to increase the scope of the project. This project would help to prepare an overall portrait of Québec's biodiversity in order to improve forest management.

In the mid-1980s it became a priority to acquire ecological information for southern Québec. Therefore, from 1985 to 2000, the *Ministère des Ressources naturelles du Québec* carried out an exhaustive inventory (28,400 ecological observation points) of southern Québec vegetation and its associated variables (soil deposits, drainage, etc.), as well as mapping surface deposits. These two elements are the foundation of the forest classification (ecosystem classification) and for determining resolution levels that allow the management of forest ecosystems at local, regional and provincial scales (ecological land classification hierarchy). Results of the classification were first presented in ecological classification reports. Little by little, these reports have been used to produce field guides to help foresters identify the forest type and ecological type (Blouin and Berger 2001). Several training sessions that included theoretical presentations and field trips were also organized.

[5] On April 29, 2003, the *Ministère des Ressources naturelles du Québec* (MRN) became the *Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec* (MRNFP).

Ecosystem classification

The forest cover type characterizes the current condition of a forest. Foresters define it using physiognomy, forest composition and undergrowth vegetation. An example of forest cover (Fo) is a stand of trembling aspen (POt) with the soil partially covered by a shrub layer that is dominated by mountain maple (ACsp).

The ecological type brings together all the cover types observed under similar environmental conditions (drainage, etc.), linked among themselves by forest dynamic elements. Within a given area, forests of 1) trembling aspen and mountain maple, 2) poplars, balsam fir and mountain maple, and 3) balsam fir and yellow birch communities, grow on deep, moderately drained glacial deposits and on gradual to steep slopes. Poplar stands generally originate following cutting or fire, and have an even-aged structure. As the time following the last disturbance increases, the forest structure becomes more and more irregular, and increasing numbers of softwoods in the canopy result in the forest dynamic being driven by insect epidemics, especially the spruce budworm. These various compositional and structural changes characterize the dynamic of the balsam fir/yellow birch ecological type on deep, moderately drained soils (MS12). However, the characteristics of other ecological types present in an area are very different from those for the MS12 type. For example, the vast flats where soils are well drained but very stony are occupied by 1) hardwood forests, in which the forest floor is covered with herbaceous and ericaceous plants, 2) trembling aspen, balsam fir and red spruce forests, and 3) balsam fir/red spruce forests having a multi-storied structure (RS52) (**Figure 1**).

In addition to the forest dynamic, ecological information defines specific elements concerning the fauna as well as the potentials for and limitations to management. For example, the MS12 ecological type is a type where rabbits and moose can feed on twigs of various shrubs, especially mountain maple. On the other hand, cutting favours the proliferation of the same shrubs, limiting the growth of young trees because of a lack of light. This dense competition may be seen as a management limitation. Different conditions are seen in the RS52 type, which is relatively poorer, and where ungulates benefit from a favourable softwood cover for shelter (refuge zone). Even berry pickers make associations between the ecological type and the type of crop. Following cutting they pick raspberries in MS12 and blueberries in RS52 types.

The resilience of forest ecosystems, that is, their capacity to retain their function after a natural or anthropogenic disturbance, cannot only be confirmed by information on the forest dynamic, their use by fauna and by the potentials for or limitations to management. To this must be added good information on the growth of forest species. For example, if after a cut a forest grows more poorly than beforehand because of the invasion of the cutover by vegetative competition (ericaceous species, etc.), it will be important to quickly detect it and implement mitigating measures. Considerable effort is now being invested to understand the actual growth pattern (suppression at a young age, reduced growth caused by epidemics, etc.) and the potential of the main forest species present within the various ecological types observed in a given area (ecological

region or land region). The technique used (stem analysis) reconstitutes tree development from its beginnings through to the harvest. Increament data are analyzed using statistical analyses to extract the poor growth years, with the aim of developing potential growth curves that could be attained by employing intensive silviculture. **Figure 2** shows that balsam fir on the MS12 type has superior growth potential to the RS52 type. We attribute this phenomenon to soil richness. In addition to being a tool that allows us to judge the health of forests, these results help choose silvicultural strategies and yield tables used to calculate the allowable cut.

The ecological type is photointerpreted using aerial photographs at a scale of 1/15,000, then transferred to integrated ecoforest maps at a scale of 1/20,000. The ecoforest maps that cover southern Québec contain nearly seven million stands. Each of them is characterized according to the composition, height, density and age of the forest type, as well as by their ecological type. Using this information, the forest manager can then extrapolate various elements related to the forest dynamic (present or potential). The forest manager can also rapidly develop a multitude of thematic maps, for example, the use of forests by moose. Maps are available in digital format and accessible to the general public.

Ecological land classification hierarchy

One of the principles of ecosystemic forest management is to ensure management of an area at various scales of resolution (Franklin 1993; Grondin et al. 2001). The analysis of the sensitivity of maple stands to freezing rain will be done over a large area, corresponding to the vegetation sub-zone (deciduous forest). In fact, the wording of policies on rare species found in maple cover types (e.g., bitternut hickory) will be worked out at a more detailed scale, especially the bioclimatic domain (sugar maple/bitternut hickory). The hierarchical system developed by the *ministère* permits management at multiple scales. It is composed of 11 resolution levels, whose limits perfectly fit each other (**Figure 3**). The lower 2 levels (forest type and ecological type) make up the ecosystem classification. The other higher levels, as the vegetation zones (boreal, northern temperate), form the rest of the land classification hierarchy. The overall system takes into account the complex interactions between abiotic (physical environment, climate) and biotic factors (forest dynamic and natural disturbances) that regulate forest ecosystem development (Robitaille and Saucier 1998; Saucier et al. 1998, 2001; MRN 2001).

Forestry planning

Ecological classification and the hierarchical system are tools available to foresters that allow them to express ecosystem diversity. The classification

- presents the forest dynamic, the potentials for and limitations to management, as well as the growth of forest species on relatively homogeneous units in relation to factors in the physical environment (scale of the stand and ecological type);
- uses the hierarchical system of land classification to let one rise above site

diversity to see the spatial distribution and to understand the links and processes that regulate the distribution of forest cover types and ecological type mosaics (landscape scales).

In future we can ask how this ecological information should be used to improve our forest management. Some proposed solutions are considered as strong points of ecosystemic management:

- define management objectives for the overall area under management;
- develop management strategies at the scale of the landscape and ecological type;
- define silvicultural scenarios based on knowledge of the ecological and forest cover types;
- manage stands according to the objectives set for the landscape and ecological type.

Management objectives for the overall area

Everyone recognizes that forest resources are in demand by an increasing number of stakeholders. It is an enormous challenge to implement a humanistic vision of forest management while preserving the maximum number of natural ecosystem attributes, as much for their composition and structure as for the ecological processes that underlie them (mineral nutrient cycle, phenomena of self-thinning stands, etc.). The territorial zonage proposed by the triad (Seymour and Hunter 1999), that is, a segmentation of space into intensive, extensive and conservation management zones, will only resolve part of the problem. The intensive management zones (dominance of well-managed plantations, etc.), as well as the conservation zones only cover a minor portion of the area, so that most of the forested area will be managed extensively with the expectation of receiving multiple benefits (hunting, etc.).

Landscape and ecological type management strategies

One of the ways of responding to these concerns will be to define the natural or primitive portrait of the management zones with regard to various elements, such as composition and structure. This portrait should be accompanied by minimum and maximum thresholds, above which a loss of ecological integrity is anticipated. For example, in zones that are invaded by broadleaved vegetation, it will be necessary to identify a maximum threshold (e.g., 50%) which should not be exceeded by this deciduous vegetation. For a given area, the proportion of softwood forests with a multi-storied or uneven-aged structure that should be preserved through forest management will be specified (**Figure 4**). In northwestern Québec (Abitibi), the comparison between the area occupied by deciduous cover types in still relatively virgin zones, and zones that have been managed for more than 75 years, shows a significant proliferation of trembling aspen in the latter areas. Some landscapes have lost part of their ecological integrity and may be qualified as "anthropized landscapes." The same kind of approach as the one proposed at the landscape scale should be extended to the scale of the ecological type.

Silvicultural and management scenarios based on stand- and landscape-scale objectives

Achieving the compositional and structural objectives defined at the scale of the landscape and ecological type is based on the development of silvicultural scenarios. These clarify the chronology and objectives of each of the interventions undertaken in the life of a stand. The scenarios are jointly developed by committees made up of several stakeholders (ecologists, silviculturists, forest managers, etc.). They are supported by silvicultural studies undertaken in the area (both the good and bad experiences) and on recent developments in the forest dynamic, silviculture and ecosystemic forest management (Harvey et al. 2002). The suggestions and information resulting from these multidisciplinary committees will be recorded in silvicultural guides, several prototypes of which are now being prepared.

In another avenue, the natural dynamic is the basis of considerations surrounding the development of silvicultural scenarios. **Figure 5** illustrates some of the elements of the natural dynamic of the balsam fir/red spruce ecological type (RS52). Maintaining cover types dominated by intolerant species, or by a mixture of intolerant hardwoods and softwoods, does not necessitate particular silvicultural strategies because of the competitiveness of the intolerant hardwoods. The difficulty consists in maintaining the compositional and structural attributes of the softwood cover types, particularly those with an uneven structure.

In fact, current silvicultural practices are clearly directed toward harvesting with regeneration and soil protection, followed by precommercial thinning. This orientation leads to a homogenization of landscapes, an increase of stands with an even-aged structure, and to various problems with forest composition (e.g., an increase in the hardwood proportion). To minimize these effects, management should be done 1) by according particular attention to stands with an uneven-aged or multi-storied structure, and 2) by trying to model young storied or uneven-aged stands that were cut towards mature stands with a multi-storied structure. While developing scenarios, we should pay particular attention to the various forest stakeholders and adapt our management to their needs (**Figure 6**). Achieving these objectives will require the diversification of silvicultural treatments, particularly the definition of a silvicultural system that is qualified as irregular, within which progressive shelterwood cutting will play an important role. Silvicultural trials that are seen as interesting, as much on the basis of productivity as for biodiversity, will be gradually integrated into forestry activities and undertaken over large areas (adaptive management).

Conclusion

Up to the mid- 1980s, Québec's forests were considered mainly as a supplier of timber. Little by little, the development of general forest management plans has become more restrictive. For example, the maximum allowable area of cutovers in a single block has

been progressively reduced. More progress is needed however in order to find a better equilibrium between timber production and the other resources. We remain convinced that ecological information, now available for Québec as a whole, and the resulting forestry planning, should facilitate achieving this balance. Several encouraging initiatives are now being implemented. For example, in the next version of the General Forest Management Plans, companies will be invited to define management strategies that are based on the natural stand dynamic. Eventually, the originality of our approach resides in the importance that we give to transferring ecological information to forestry planning. Achieving this objective is facilitated by the fact that ecologists work for the *Ministère*, are employed by different directorates within it, and that they are involved in various decision-making committees.

References

Bédard, S. 2002. L'estimation du potentiel de croissance des stations forestières : exemple du sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'est du Québec. Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles du Québec, Mémoire de recherche n° 140. 36 p.

Blouin, J.-L. and M. M. Grandtner. 1971. Étude écologique et cartographie de la végétation du comté de Rivière-du-Loup. Service de la Recherche, ministère des Terres et Forêts, Québec. Mémoire n° 6.

Blouin, J. and J.-P. Berger. 2001. Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 5b, 5c et 5d. Direction des inventaires forestiers, ministère des Ressources naturelles du Québec.

Franklin, J. F. 1993. The fundamentals of ecosystem management with applications in the Pacific Northwest. *in* Defining Sustainable Forestry. G. H. Aplet, N. Johnson, J.T. Olson and V.A. Sample. Washington, DC., The Wilderness Society. p. 127–144.

Grondin, P., Y. Bergeron and S. Gauthier. 2001. L'aménagement forestier écosystémique au Québec : concepts et applications. Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles du Québec. Rapport interne n° 47.

Harvey, B., A. Leduc, S. Gauthier and Y. Bergeron. 2002. Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest. Fores' Ecology and Management. 155:369–385.

Jurdant, M., J.-L. Bélair, V. Gérardin and J.-P. Ducruc. 1977. L'inventaire du Capital-Nature. Pêches et Environnement Canada, Série de la classification écologique du territoire,. n° 2.

Ministère des Ressources naturelles du Québec. 2001. Le système hiérarchique de classification écologique du territoire. Direction des inventaires forestiers, ministère des Ressources naturelles du Québec (dif@mrnfp.gouv.qc.ca).

Robitaille, A. and J.-P. Saucier. 1998. Paysages régionaux du Québec méridional. Québec. Les publications du Québec. 213 p.

Saucier, J.-P., J.-F. Bergeron, P. Grondin and A. Robitaille. 1998. Les régions écologiques du Québec méridional (3e version) : un des éléments du système hiérarchique de classification écologique du territoire mis au point par le ministère des Ressources naturelles du Québec. Supplément de l'Aubelle, n° 124. 12 p. (dif@mrnfp.gouv.qc.ca).

Saucier, J.-P., J.-F. Bergeron, P. Grondin and A. Robitaille. 2001. Les régions écologiques du Québec méridional (3e version). Carte à l'échelle du 1 : 1 250 000. Direction des inventaires forestières, ministère des Ressources naturelles du Québec (dif@mrnfp.gouv.qc.ca).

Seymour, R.S. and M. L. Hunter, Jr. 1999. Principles of Ecological Forestry. Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems. M.L. Hunter, Jr., Cambridge, UK. Cambridge University Press. p. 22–61.

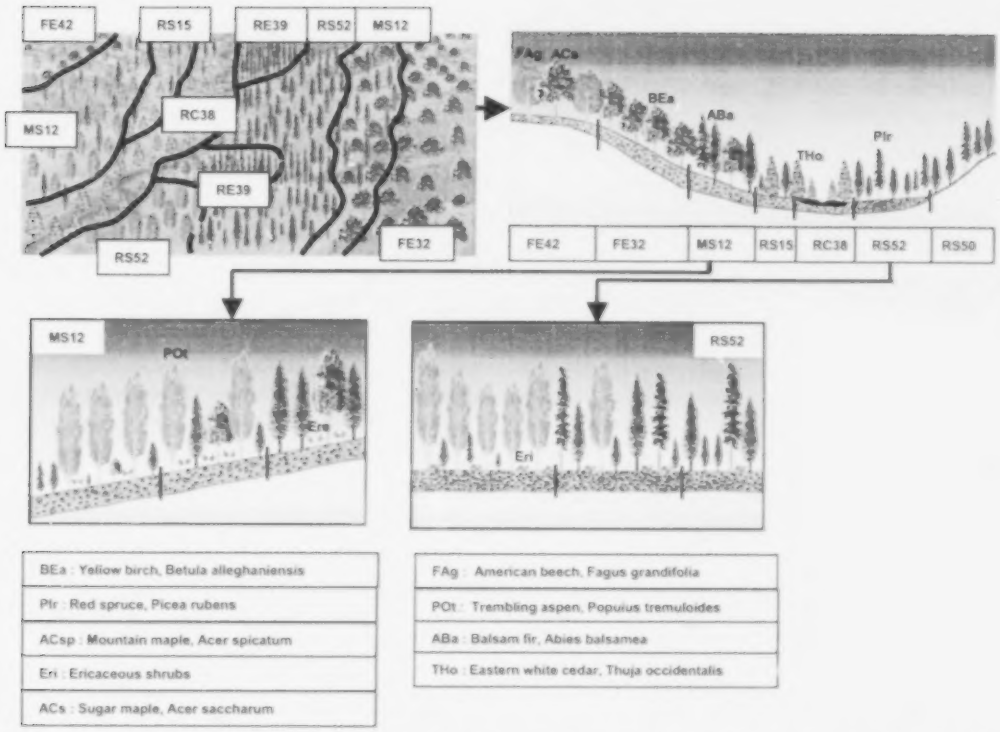

Figure 1. Forest landscapes can be perceived as a patchwork of ecological and forest types. The gradation of ecological types, from the driest sites towards the most moist, is generally shown schematically by a physiographic sere. Each of the ecological types groups together a set of forest types in which the composition and structure are linked to natural and anthropic disturbances. This information expresses the biodivesity of an ecological region (here, the 4f-T sub-region: coteaux et collines du lac Pohénégamook). It is available for the 37 ecological regions in southern Québec.

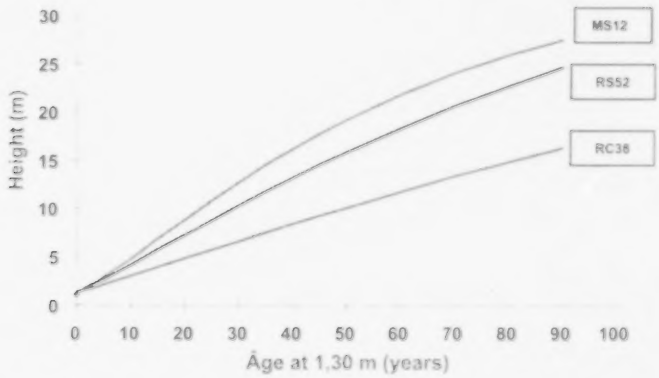

Figure 2. Potential height growth of balsam fir on three ecological types illustrated in Figure 1. This growth excludes periods of suppression and growth reduction associated with insect epidemics (Bédard 2002).

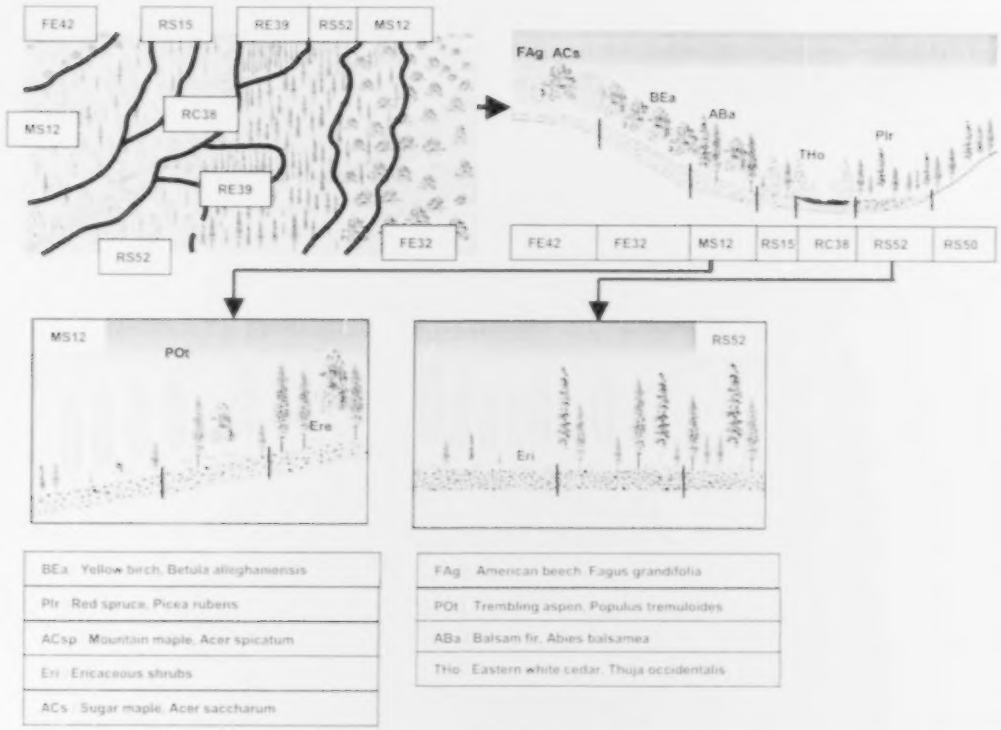

Figure 1. Forest landscapes can be perceived as a patchwork of ecological and forest types. The gradation of ecological types, from the driest sites towards the most moist, is generally shown schematically by a physiographic sere. Each of the ecological types groups together a set of forest types in which the composition and structure are linked to natural and anthropic disturbances. This information expresses the biodiversity of an ecological region (here, the 4f-T sub-region: coteaux et collines du lac Pohénégamook). It is available for the 37 ecological regions in southern Québec.

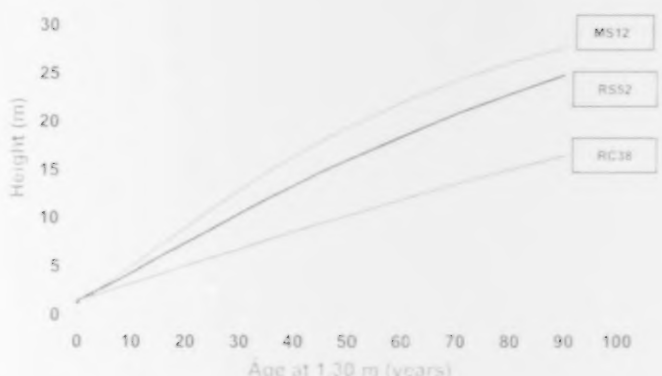

Figure 2. Potential height growth of balsam fir on three ecological types illustrated in Figure 1. This growth excludes periods of suppression and growth reduction associated with insect epidemics (Bédard 2002).

Figure 3. Different spatial resolutions of the hierarchical ecological classification system developed by the MRNFP. The colours show the bioclimatic domains and sub-domains. The latter are broken down by region (e.g., 4f) and ecological sub-region (e.g., 4f-T). Each of the sub-regions is characterized by a number, an arrangement and a particular relative importance of the ecological type, e.g., region 4f-T, presented in Figure 1 (Saucier et al. 2001).

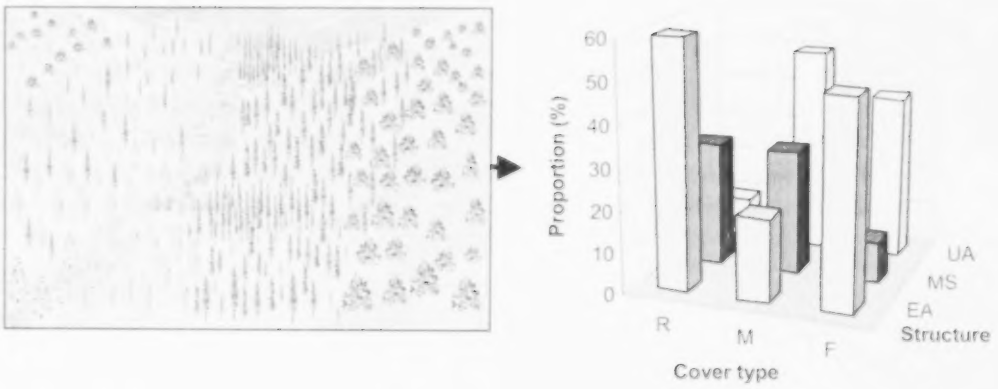

Figure 4. Forestry planning should be based on objectives related to forest composition (Hardwood, Mixedwood or Softwood) and structure (Even-Aged, Multi-Storied, Uneven-Aged) at the scale of the landscape and ecological type. For example, in areas favourable to the invasion of broad-leaved competition, the proportion of even-aged hardwood forests should not exceed a maximum threshold, defined by studying landscapes that are the least affected by anthropic disturbances.

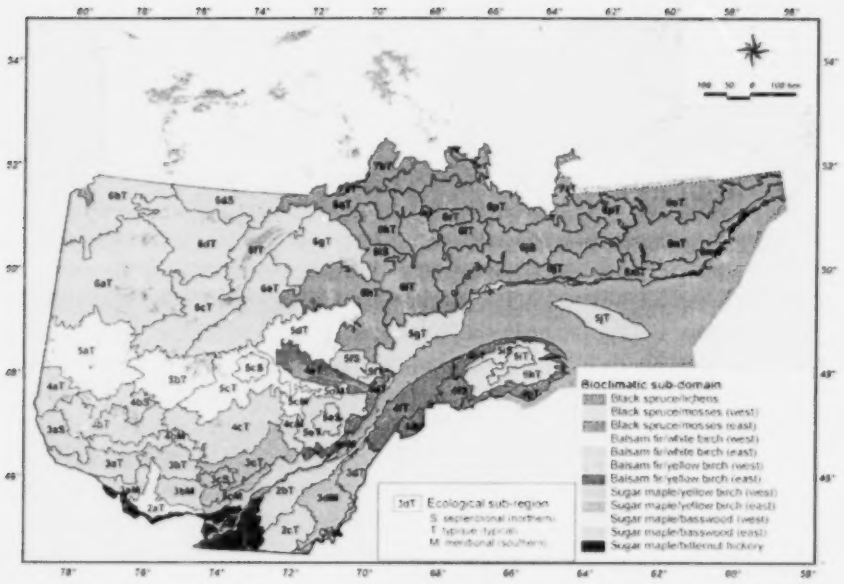

Figure 3. Different spatial resolutions of the hierarchical ecological classification system developed by the MRNFP. The colours show the bioclimatic domains and sub-domains. The latter are broken down by region (e.g., 4f) and ecological sub-region (e.g., 4f-T). Each of the sub-regions is characterized by a number, an arrangement and a particular relative importance of the ecological type, e.g., region 4f-T, presented in Figure 1 (Saucier et al. 2001).

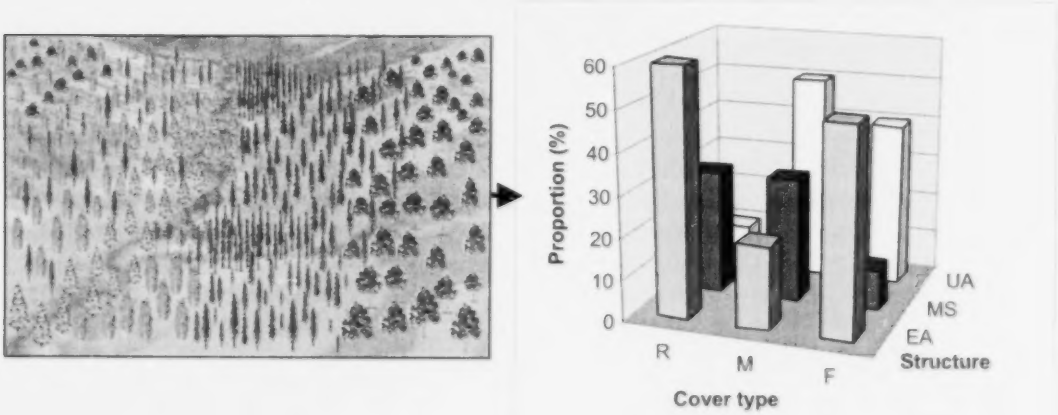

Figure 4. Forestry planning should be based on objectives related to forest compostion (Hardwood, Mixedwood or Softwood) and structure (**E**ven-**A**ged, **M**ulti-**S**toried, **U**neven-**A**ged) at the scale of the landscape and ecological type. For example, in areas favourable to the invasion of broad-leaved competition, the proportion of even-aged hardwood forests should not exceed a maximum threshold, defined by studying landscapes that are the least affected by anthropic disturbances.

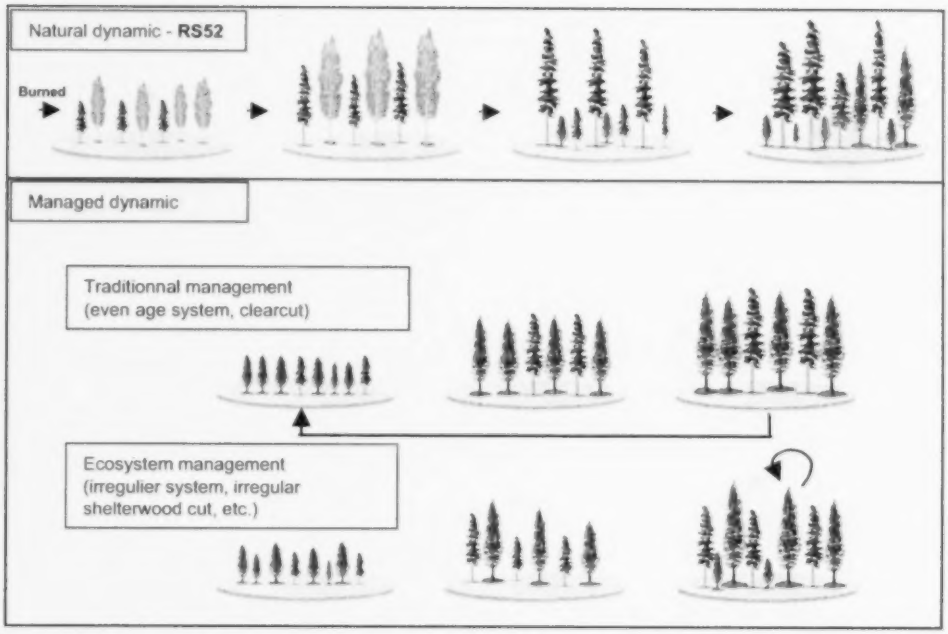

Figure 5. Using our understanding of the natural dynamic of each of the ecological types, the forest manager should compare the effect of his management strategies with those proposed when he applies ecosystem management principles (attempting to support the compositional and structural attributes associated with the natural dynamic). In the case of RS52, it is suggested that particular attention be paid to maintaining or developing irregular stand structures. The irregular shelterwood cut (ISC) should be used.

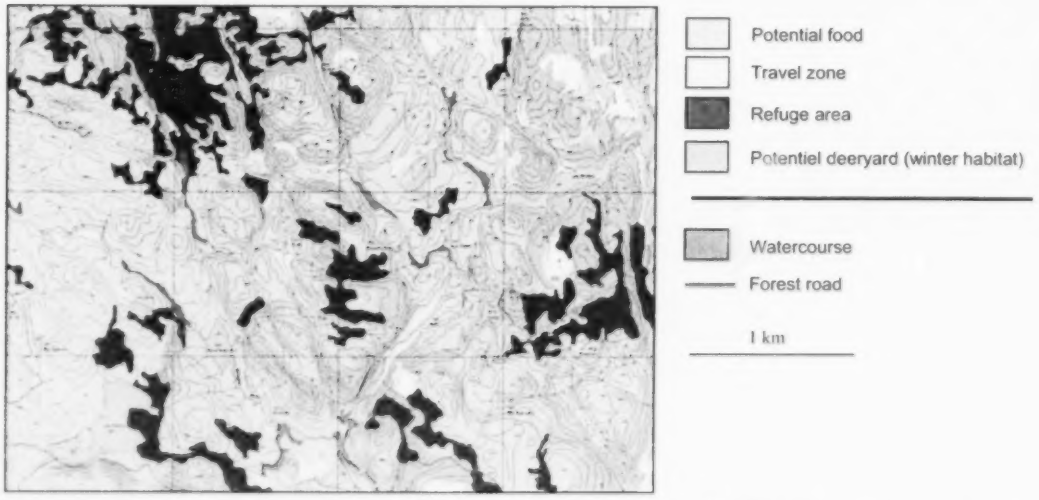

Figure 6. Thematic map showing the potential use of a forested area by moose. This map was developed using ecological information on forest and ecological types. The classification algorithms and the map obtained were validated by hunting associations. This information especially helps when planning forest management activities whose objective is to maintain the potential use by ungulates.